



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 55 080 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 16 D 65/14**  
B 60 T 13/74  
F 16 D 65/21

②① Aktenzeichen: 199 55 080.8  
②② Anmeldetag: 15. 11. 1999  
④③ Offenlegungstag: 17. 5. 2001

**DE 199 55 080 A 1**

⑦① Anmelder:  
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,  
DE

⑦② Erfinder:  
Weiler, Rolf, 65817 Eppstein, DE; Balz, Jürgen,  
65510 Hünstetten, DE; Denhard, Werner, 36396  
Steinau, DE; Grohmann, Gerhard, 71634  
Ludwigsburg, DE; Heiderich, Stephan, 64572  
Büttelborn, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 197 41 868 C1  
DE 198 53 383 A1  
DE 197 14 046 A1  
DE 196 52 229 A1  
DE 196 48 581 A1

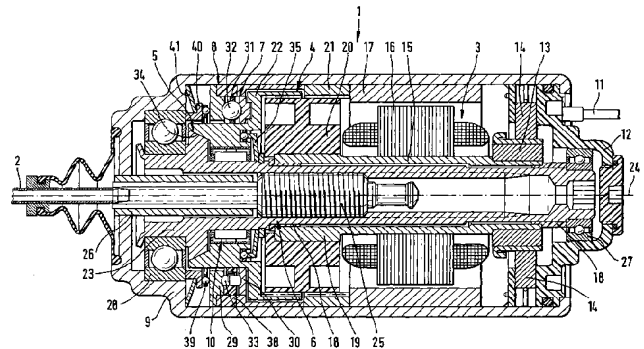
JP Patent Abstracts of Japan:  
11101283 A;  
11101282 A;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Betätigungseinheit für eine elektromechanisch betätigbare Feststellbremse für Kraftfahrzeuge

⑤⑦ Es wird eine Betätigungseinheit (1) für eine elektromechanisch betätigbare Feststellbremse für Kraftfahrzeuge vorgeschlagen, die einen Elektromotor (3) sowie einen Gewindetrieb (6) aufweist. Dabei wirkt die Betätigungseinheit (1) über ein Kraftübertragungselement (2) unmittelbar mit einer Radbremse der elektromechanisch betätigbaren Feststellbremse zusammen.

Zur Umsetzung einer höheren Dynamik der Betätigungseinheit (1), insbesondere beim Lösen der Radbremse ist der selbstlösende Gewindetrieb (6) über eine Kupplung (5) an den Elektromotor (5) gekoppelt. Die Kupplung (5) wiederum wirkt mit einer an den Elektromotor (3) gekoppelten Spreizeinrichtung (7) zusammen, die eine Öffnung der Kupplung (5) in Abhängigkeit von der Drehrichtung des Elektromotors (3) bewirkt. Bei geöffneter Kupplung (5) wird die Radbremse infolge des selbstlösenden und vom Elektromotor (3) entkoppelten Gewindetrieb (6) schlagartig entspannt.



**DE 199 55 080 A 1**

Die Erfindung betrifft eine Betätigungseinheit für eine elektromechanisch betätigbare Feststellbremse für Kraftfahrzeuge, umfassend eine Radbremse, wobei die Radbremse betätigende Betätigungseinheit einen Elektromotor sowie einen Gewindetrieb aufweist. Dabei wirkt die Betätigungseinheit über ein Kraftübertragungselement unmittelbar mit der Radbremse zusammen.

Eine derartige Betätigungseinrichtung für eine elektromechanisch betätigbare Feststellbremse ist z. B. aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 197 14 046 A1 bekannt. Dem Offenbarungsgehalt der erwähnten Veröffentlichung ist eine Trommelbremse zu entnehmen, die zusammen mit einer Betätigungseinheit eine Baugruppe bildet. Dabei enthält die Betätigungseinheit einen Elektromotor sowie ein Untersetzungsgetriebe und wirkt zur Einleitung der Betätigungskraft über eine Kraftübertragungselement auf die Trommelbremse ein. Da die maximal erreichbare Leistung im Elektromotor bzw. das erreichbare Untersetzungsverhältnis im Getriebe begrenzt ist, ist auch die Leistungsfähigkeit der Betätigungseinheit beschränkt. Dies bezieht sich im Falle einer Feststellbremsung vor allem auf die maximale Betätigungskraft der Trommelbremse sowie die Betätigungsdynamik. So wird für die genannte Anordnung insbesondere das langsame Lösen der elektromechanisch betätigten Feststellbremse mittels der Betätigungseinheit als nachteilig empfunden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Betätigungseinheit für eine elektromechanisch betätigbare Feststellbremse der eingangs genannten Gattung vorzuschlagen, die bei hoher Zuverlässigkeit bzw. Funktionssicherheit eine hohe Betätigungsdynamik insbesondere beim Lösen der Feststellbremse aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmalskombination des Patentanspruches 1 gelöst. Danach umfaßt die Betätigungseinheit der elektromechanisch betätigbaren Feststellbremse einen Elektromotor sowie einen Gewindetrieb, wobei die Betätigungseinheit mittels eines Kraftübertragungselementes mit der Radbremse zusammenwirkt. Der Gewindetrieb zur Umsetzung der Rotationsbewegung des Elektromotors in eine Translationsbewegung des Kraftübertragungselementes ist selbstlösend ausgeführt und über eine Kupplung an den Elektromotor gekoppelt. Damit läßt sich bei geschlossener Kupplung unmittelbar ein Drehmoment vom Elektromotor in den Gewindetrieb einleiten. Die Kupplung wiederum wirkt mit einer an den Elektromotor gekoppelten Spreizeinrichtung zusammen, die eine Öffnung der Kupplung in Abhängigkeit von der Drehrichtung des Elektromotors bewirkt. In Abhängigkeit von der Drehrichtung des Elektromotors bzw. vom Zustand der Kupplung ist der selbstlösende Gewindetrieb somit an den Elektromotor gekoppelt. Dabei ist die Kupplung in "Zuspann-Drehrichtung" des Elektromotors geschlossen und in "Löse-Drehrichtung" geöffnet. Insgesamt wird dadurch eine elektrische Betätigung der Radbremse ermöglicht und gleichzeitig eine Erhaltung des aktuellen Betätigungsstatus der Feststellbremse bei Stromausfall gewährleistet.

Zur Konkretisierung des Erfindungsgedankens ist vorgesehen, daß die Betätigungseinheit einen Gesamtwirkungsgrad von weniger als 50% aufweist, d. h. bei Gesamtbetrachtung vorteilhaft ausgebildet ist. Es erweist sich jedoch als vorteilhaft, bei selbsthemmender Auslegung der gesamten Betätigungseinheit die Einzelkomponenten der Betätigungseinheit (Elektromotor, Untersetzungsgetriebe, Übertragungselemente etc.) mit einem möglichst hohen Wirkungsgrad zu versehen, um die Motorleistung optimal auszunutzen. Durch die Selbsthemmung in der Betätigungs-

einheit wird der jeweilige Betätigungsstatus der elektromechanischen Feststellbremse im stromlosen Zustand gehalten.

Die Spreizeinrichtung ist bezogen auf die Motorachse vorteilhaft als kostengünstig herstellbarer Axialfreilauf ausgebildet, der in Abhängigkeit von der Drehrichtung ("Zuspannen"/"Lösen") des Elektromotors die Kupplung zwischen Elektromotor und Gewindetrieb öffnet bzw. geschlossen hält. Dabei wirkt der Axialfreilauf in Zuspann-Drehrichtung des Elektromotors als einfaches Axiallager. In Löse-Drehrichtung blockiert der Axialfreilauf und vergrößert gleichzeitig seine axialen Abmessungen, um die Kupplung zu öffnen. Alternativ zum Axialfreilauf kann als Spreizeinrichtung auch eine Kugelrampe, ein Raumnocken, ein zusätzliches Gewinde oder eine analoge Anordnung Verwendung finden.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist der Axialfreilauf zur Umsetzung eines Überlastschutzes über eine Rutschkupplung an ein Gehäuse der Betätigungseinheit gekoppelt. Damit ist während des LöSENS der Feststellbremse, d. h. bei blockiertem Axialfreilauf eine Drehung des Elektromotors mitsamt Axialfreilauf gegenüber der gehäusefesten Rutschkupplung möglich.

Eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung sieht vor, daß der Gewindetrieb zur Umsetzung der Rotationsbewegung des Elektromotors in eine Translationsbewegung des Kraftübertragungselementes, eine bezüglich des Gehäuses der Betätigungseinheit verdrehfeste Spindel sowie eine drehbare Spindelmutter aufweist. Dabei führt die Spindel eine Translationsbewegung aus und ist mit dem Kraftübertragungselement verbunden.

Bevorzugt ist die Kupplung als Reibkonus-Kupplung zwischen der Spindelmutter und einem Abtriebsrad ausgebildet, wobei das Abtriebsrad in einer kraftübertragenden Verbindung mit einem Rotor des Elektromotors steht. Alternativ könnte die Reibkonus-Kupplung auch durch eine Lamellen-, Reib- oder Zahnkupplung ersetzt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist zwischen der Spindelmutter und dem Abtriebsrad ein Radialfreilauf angeordnet, der in Abhängigkeit von der Relativbewegung zwischen Spindelmutter und Abtriebsrad eine Drehung zuläßt bzw. die Spindelmutter gegenüber dem Abtriebsrad blockiert. Der Radialfreilauf ermöglicht somit unter Umgehung der Reibkonus-Kupplung eine Koppelung der Spindelmutter an das Abtriebsrad. Beispielsweise wird somit im Störfall innerhalb des Gewindetriebes eine "Notlöse-Funktion" sichergestellt.

Als Antriebsmotoren für die Betätigungseinheit der erfindungsgemäßen Feststellbremse kommen insbesondere elektronisch kommutierte DC-Elektromotoren oder DC-Bürstenmotoren in Frage. Die erwähnten Motorarten sind zur Erzeugung hoher Drehmomente aus dem Stillstand besonders geeignet.

Um eine erhebliche Reduzierung des vom Elektromotor aufzubringenden erforderlichen Antriebsmoments zu erreichen ist zwischen dem Elektromotor bzw. dessen Rotor und dem Gewindetrieb ein Untersetzungsgetriebe angeordnet, das insbesondere als Harmonic-Drive- oder Pulsatorgetriebe ausgeführt ist. Im Falle eines Pulsatorgetriebes ist ein mit dem Rotor des Elektromotors verbundenes Pulsatorrad vorgesehen. Dabei greift das Pulsatorrad mit einer Verzahnung sowohl in einen ersten gehäusefesten Zahnkranz der Betätigungseinheit als auch in einen zweiten Zahnkranz des Abtriebsrades. Die Verwendung der oben genannten Getriebearten ergibt besonders hohe Untersetzungsverhältnisse.

Eine besonders einfache Ausführung einer elektromechanischen Feststellbremse ergibt sich für eine Trommelbremse. Die Trommelbremse kann dabei vorzugsweise als

übliche Duo-Servo-Bremse ausgeführt sein, die über einen Seilzug als Kraftübertragungselement mit der Betätigungseinheit in Verbindung steht. Grundsätzlich läßt sich die erfindungsgemäße Betätigungseinheit aber auch bei Scheibenbremsen als elektromechanischen Feststellbremsen umsetzen.

Weitere Merkmale und Vorteile der elektromechanisch betätigbaren Feststellbremse nach der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung. In der Zeichnung zeigt:

**Fig. 1** eine Ausführung einer erfindungsgemäßen Betätigungseinheit der elektromechanisch betätigbaren Feststellbremse im Schnitt,

**Fig. 2** zwei Schnittdarstellungen der Betätigungseinheit aus **Fig. 1** im zugespannten bzw. gelösten Betätigungsstatus der Feststellbremse, und

**Fig. 3** eine vergrößerte räumliche Prinzipdarstellung eines Abtriebsrades mit Axialfreilauf.

Die in der Zeichnung dargestellte Betätigungseinheit **1** ist Bestandteil einer elektromechanisch betätigbaren Feststellbremse und wirkt mittels eines als Seilzug **2** ausgebildeten Kraftübertragungselementes **2** auf eine nicht gezeigte Radbremse ein. Dabei ist die gezeigte Betätigungseinheit besonders zum Zusammenwirken mit einer an sich bekannten, nicht gezeigten Trommelbremse, vorzugsweise einer Duo-Servo-Trommelbremse geeignet. In einem solchen Fall ist der Seilzug **2** unmittelbar mit einem Spreizelement verbunden, das in der Lage ist die Bremsbacken der Trommelbremse gegen eine Bremsstrommel zu drücken. Dadurch wird mittels des Seilzuges **2** die Betätigungs- bzw. Lösekraft in die Trommelbremse eingeleitet. Alternativ dazu ist es grundsätzlich möglich die gezeigte Betätigungseinheit **1** auch mit anderen Typen von Radbremsen zu kombinieren, z. B. mit einer Scheibenbremse.

Die Betätigungseinheit **1** umfaßt im wesentlichen einen Elektromotor **3** mit einem Untersetzungsgetriebe **4**, der über eine Kupplung **5** mit einem Gewindetrieb **6** gekoppelt ist. Zur Öffnung der Kupplung **5** in bestimmten Betriebszuständen ist eine als Axialfreilauf **7** ausgeführte Spreizeinrichtung **7** vorgesehen, die über eine Rutschkupplung **8** mit dem Gehäuse **9** der Betätigungseinheit **1** gekoppelt ist. Zusätzlich ist zur Drehmomentübertragung für bestimmte Betriebsfälle ein Radialfreilauf **10** vorgesehen, der zwischen dem Untersetzungsgetriebe **4** und dem Gewindetrieb **6** angeordnet ist. Zur elektrischen Versorgung der Betätigungseinheit ist eine Leitung **11** vorgesehen die vorteilhaft in einen gegenüber dem Gehäuse **9** abgedichteten Deckel **12** integriert ist.

Der im dargestellten Beispiel gezeigte Elektromotor **3** ist als ein elektronisch kommutierbarer Motor **3** ausgeführt, wobei **Fig. 1** eine Ausführung als Gleichstrom-(DC)-Bürstenmotor **3** zeigt. Grundsätzlich sind jedoch neben den beschriebenen bzw. gezeigten Motorausführungen auch andere Motorvarianten zur Umsetzung der Erfindung denkbar. Der DC-Bürstenmotor **3** aus den Figuren umfaßt einen Kommutator **13** mit zugehörigen Bürsten **14**, einen Rotor **15** mit Wicklung **16** sowie gehäusefeste Permanentmagnete **17**. Der Rotor **15** ist als Hohlwellenrotor **15** ausgeführt und mittels Gleitlagerelementen **18** gegenüber dem innenliegenden Gewindetrieb **6** gelagert. Ein Ende des Rotors **15** weist einen exzentrischen Ansatz **19** auf, der in ein Untersetzungsgetriebe **4** eingreift.

Wie **Fig. 1** weiter zu entnehmen ist, ist das darin gezeigte Untersetzungsgetriebe **4** als ein Pulsatorgetriebe **4** ausgebildet, dessen außenverzahntes Pulsatorrad **20** über den exzentrischen Ansatz **19** mit dem Rotor **15** verbunden ist. Durch den exzentrischen Ansatz **19** wird somit bei Rotordrehung

eine exzentrische Drehbewegung in das Pulsatorrad **20** eingeleitet. Das Pulsatorrad wiederum stützt sich an einem gehäusefesten und innenverzahnten Ring **21** ab. Durch gleichzeitiges Eingreifen des Pulsatorrades **20** in ein ebenfalls innenverzahntes Abtriebsrad **22** wird hierbei entsprechend des Zahnzahlunterschiedes zwischen Ring **21** und Abtriebsrad **22** eine Untersetzung bzw. eine Drehmomentwandlung herbeigeführt. Selbstverständlich lassen sich analog zum hier beschriebenen auch andere Untersetzungsgetriebe einsetzen, die ein ähnlich hohes Untersetzungsverhältnis liefern (z. B. Harmonic-Drive-Getriebe). Letztlich kann durch ein leistungsfähiges Untersetzungsgetriebe die Motorleistung erwünscht klein gehalten werden bzw. es lassen sich hohen Zuspannkräfte an der Feststellbremse realisieren.

Über eine Kupplung **5** steht das Abtriebsrad **22** in drehmomentübertragender Verbindung mit einer Spindelmutter **23** eines Gewindetriebes **6**. Dabei ist die Kupplung **5** als Reibkonus-Kupplung **5** zwischen dem Abtriebsrad **22** und der Spindelmutter **23** ausgebildet und bezogen auf die Motorachse **24** axial aufspreizbar.

Der Gewindetrieb **6** ist als selbstlösender Spindeltrieb **6** mit einer drehbaren Spindelmutter **23** und einer drehfest im Gehäuse **9** aufgenommenen Gewindespindel **25** ausgeführt. Der Verdrehsicherung der Gewindespindel **25** dient dazu eine sich im Gehäuse **9** abstützende Verdrehhülse **26**. Dadurch ist die Gewindespindel **25** zwar drehfest jedoch axial verschiebbar im Gehäuse gelagert. Die Spindelmutter **23** hingegen ist mittels zweier Wälzlager **27**, **28** gegenüber dem Gehäuse **9** drehbar gelagert. Allgemein bewirkt der Gewindetrieb **6** eine Umwandlung der vom Rotor **15** bzw. Untersetzungsgetriebe **4** eingeleiteten Rotationsbewegung der Spindelmutter **23** in eine translatorische Bewegung der Gewindespindel **25**. Diese Translationsbewegung wird durch das Kraftübertragungselement **2** bzw. den Seilzug **2** in die nicht gezeigte Spannvorrichtung der Radbremse weitergeleitet.

Zur Öffnung der Reibkonus-Kupplung **5** ist eine als Axialfreilauf **7** ausgebildete axiale Spreizeinrichtung **7** vorgesehen. Diese besteht im wesentlichen aus zwei zueinander drehbaren Ringen **29**, **30** zwischen denen in einem Käfig **31** Wälzkörper **32** (z. B. Kugeln, Rollen etc.) sowie Spreizkörper **33** angeordnet sind. Somit wirkt der Axialfreilauf **7** drehrichtungsabhängig entweder wie ein Axiallager oder wie ein Bauteil zur Drehmomentübertragung.

Ferner ist ein Radialfreilauf **10** vorgesehen, der zwischen der Spindelmutter **23** und dem Abtriebsrad **22** angeordnet ist. Auch der Radialfreilauf **10** wirkt drehrichtungsabhängig entweder wie ein übliches Radiallager oder aber wie ein drehmomentübertragendes Bauteil. In Abhängigkeit von der Relativbewegung zwischen Abtriebsrad **22** und Spindelmutter **23** besteht somit die Möglichkeit der Koppelung der Spindelmutter **23** an das Abtriebsrad **22** unabhängig von der Reibkonus-Kupplung **5**.

Im folgenden wird die Funktion der Betätigungseinheit **1** für die unterschiedlichen Betriebszustände der elektromechanischen Feststellbremse insbesondere anhand der **Fig. 2** und **3** näher erläutert.

Zum Zuspinnen der Feststellbremse wird der kommutierbare Elektromotor **3** in Zuspandrehrichtung betrieben, wobei die Drehbewegung durch das Pulsatorgetriebe **4** unter setzt auf das Abtriebsrad **22** übertragen wird. Durch einander zugehörige konische Reibflächen **34** der geschlossenen Reibkonus-Kupplung **5** überträgt sich die Rotationsbewegung vom Abtriebsrad **22** auf die Spindelmutter **23**. Das sichere Übertragen des Antriebsdrehmomentes durch die Reibkonus-Kupplung **5** auf die Spindelmutter **23** wird mittels einer auf die Reibkonus-Kupplung **5** wirkenden Axialkraft gewährleistet, die durch eine erste Tellerfeder **35** auf-

gebracht wird. Die erste Tellerfeder **35** muß dabei derart dimensioniert sein, daß das maximale Motordrehmoment bei geschlossener Reibkonus-Kupplung **5** noch auf die Spindelmutter **23** übertragbar ist. Die Rotationsbewegung der Spindelmutter **23** wird mittels der selbstlösenden Gewindespindel **25** in eine Translationsbewegung der Gewindespindel **25** bzw. des Seilzuges **2** umgewandelt. Über den Seilzug **2** bzw. ein ähnliches Kraftübertragungselement **2** wird die Betätigungskraft für die Feststellbremse in die Radbremse eingeleitet.

Da der Elektromotor in seiner Leistungsfähigkeit begrenzt ist und eine hohe Untersetzung innerhalb der Betätigungseinheit **1** realisiert wird, ist unter Umständen die Zuspanngeschwindigkeit der elektromechanischen Feststellbremse unzureichend. In solchen Fällen ist es vorteilhaft die elektromechanische Feststellbremse mit der Funktionalität einer hydraulischen Betriebsbremsanlage zu kombinieren. Zum raschen Zuspinnen der Radbremsen beim "schnellen Parken" wird die Zuspannkraft zunächst über die Betriebsbremsanlage in die Radbremsen eingeleitet. Daher kann die Betätigungseinheit **1** eine längere Zeitdauer zum Spannen benötigen. Erst nachdem auch die Betätigungseinheit **1** die erforderliche Zuspannkraft der Radbremse aufgebracht hat, wird die hydraulische Unterstützung durch die Betriebsbremsanlage ausgeschaltet.

Bei zugespannter Radbremse wirkt eine axiale Kraftkomponente über den Seilzug **2** auf die selbstlösend ausgelegte Gewindespindel **25** ein, die ihrerseits versucht die Spindelmutter **23** zu drehen. Durch die geschlossene Reibkonus-Kupplung **5** wird das anstehende Feststellbremsmoment über die Spindelmutter **23** und das Abtriebsrad **22** in das Pulsatorgetriebe **4** eingeleitet. Dabei werden die Einzelkomponenten der Betätigungseinheit **1**, wie z. B. Gewindetrieb, Reibkonus-Kupplung, Pulsatorgetriebe, hinsichtlich ihrer Teilwirkungsgrade derart ausgelegt, daß das Produkt der Teilwirkungsgrade einen Gesamtwirkungsgrad für die Betätigungseinheit von unter 50% ergibt. Die Einzelwirkungsgrade können jedoch durchaus über 50% liegen. Damit liegt bei Betrachtung der kompletten Betätigungseinheit **1** insgesamt Selbsthemmung vor. Daraus resultierend ergibt sich auch im stromlosen Zustand eine sichere Erhaltung des zugespannten Betätigungsstatus der Radbremse.

Beim Umschalten des Elektromotors von "Zuspinnen" auf "Halten des zugespannten Zustandes" entsteht ein geringer Verdrehwinkel innerhalb der Betätigungseinheit **1**, der auf das Spiel zwischen Verdrehhülse **26** und Gewindespindel **25** sowie auf die Torsionssteifigkeiten der Spindelmutter **23** und des Pulsatorgetriebes **4** zurückzuführen ist. Um eine Aktivierung der axialen Spreizfunktion des Axialfreilaufes **7** und somit Öffnung der Reibkonus-Kupplung **5** zu verhindern, ist der erste Ring **30** des Axialfreilaufes **7** über axiale Vorsprünge **36** an das Abtriebsrad **22** gekoppelt. Die Vorsprünge **36** erstrecken sich dazu in zugehörige Taschen **37** des Abtriebsrades **22**, wobei die Taschen **37** in Umfangsrichtung größere Abmessungen aufweisen als die Vorsprünge **36**. Dadurch wird ein tangentiales Spiel zwischen Abtriebsrad **22** und dem ersten Ring **30** des Axialfreilaufes **7** geschaffen, das ein geringfügiges Verdrehen von Ring **30** und Abtriebsrad **22** zuläßt. Erst wenn die Flanken der Vorsprünge **36** und der Taschen **37** wieder aneinanderliegen besteht eine drehmomentübertragende Verbindung zwischen Abtriebsrad **22** und erstem Ring **30**. Insgesamt wird durch die tangential spielbehaftete Verbindung vom Pulsatorgetriebe **4** mit dem Axialfreilauf **7** ein axiales Aufstellen der Spreizkörper **33** innerhalb des Axialfreilaufes **7** verhindert und somit die Reibkonus-Kupplung **5** geschlossen gehalten. Der zugespannte Betätigungsstatus (siehe auch Fig. 2a) der elektromechanischen Feststellbremse bleibt somit aufgrund

der Selbsthemmung in der Betätigungseinheit **1** in jedem Fall erhalten.

Das Lösen der Radbremse bei Beendigung der Feststellbremsung wird durch eine Drehrichtungsumkehr des Elektromotors **3** eingeleitet, wodurch zunächst die Flanken der Vorsprünge **36** bzw. der Taschen **37** in Umfangsrichtung wieder in Kontakt treten. Dies bewirkt eine Verbindung von Abtriebsrad **22** und erstem Ring **30** des Axialfreilaufes **7**, die eine Übertragung von Drehmomenten zuläßt. In Lösedrehrichtung des Elektromotors **3** wirkt der Axialfreilauf **7** allgemein als axiale Spreizeinrichtung und erzeugt eine der ersten Tellerfeder **35** entgegengesetzte Kraft. Im einzelnen werden der erste **30** und der zweite Ring **29** des Axialfreilaufes **7** in Lösedrehrichtung relativ zueinander verdreht, so daß sich die Spreizkörper **33** zwischen den beiden Ringen **29**, **30** axial aufrichten und die axiale Ausdehnung des Axialfreilaufes **7** vergrößern. Weiterhin wird bei aufgestellten Spreizkörpern **33** eine relative Verdrehung der beiden Ringe **29**, **30** zueinander verhindert, so daß der Axialfreilauf **7** blockiert ist. Infolge der Spreizwirkung des Axialfreilaufes **7** wird das Abtriebsrad **22** axial gegen die erste Tellerfeder **35** verschoben und öffnet die Reibkonus-Kupplung **5** zwischen Abtriebsrad **22** und Spindelmutter **23** um einen Weg s. Das durch die Zuspannkraft der Feststellbremse verursachte Rückstellmoment wirkt nun auf den selbstlösenden Gewindetrieb **6** ein und führt zu einem schlagartigen Verdrehen der Spindelmutter **23** gegenüber der Gewindespindel, da der Gewindetrieb **6** bei geöffneter Reibkonus-Kupplung **5** vom Pulsatorgetriebe **4** bzw. Elektromotor **3** abgekoppelt ist. Die Radbremse bzw. Trommelbremse wird dadurch sehr schnell gelöst.

Zum vollständigen Lösen der Radbremse bzw. um ein Lösen auch bei Störungsfällen zu ermöglichen, wird der Elektromotor **3** während des gesamten Lösevorganges in Lösedrehrichtung betrieben. Das dadurch anliegende Antriebsdrehmoment in Löserichtung muß über den in Lösedrehrichtung blockierten Axialfreilauf **7** abgefangen werden. Dazu ist eine Rutschkupplung **8** vorgesehen, bestehend aus einem Reibelement **38**, einem Axiallager **39**, einem Distanzstück **40** und einer zweiten Tellerfeder **41**, mittels der der Axialfreilauf **7** am Gehäuse **9** abgestützt ist. Das Reibelement **38** ist verdrehfest, beispielsweise durch Kleben, mit dem Gehäuse **9** verbunden, wobei der zweite Ring **29** des Axialfreilaufes **7** über einander zugehörige Reibflächen **42** an das Reibelement **38** gekoppelt ist. Im einzelnen wird der zweite Ring **29** durch die Federkraft der zweiten Tellerfeder **41** an die Reibfläche **42** des Reibelementes **38** gedrückt. Da während des Lösevorganges der blockierte Axialfreilauf **7** über die Rutschkupplung **8** am Gehäuse **9** abgestützt ist, wird die Drehbewegung des Abtriebsrades **22** bzw. des Elektromotors **3** solange blockiert, bis das abzustützende Drehmoment größer als das Rutschmoment zwischen Axialfreilauf **7** und Reibelement **38** ist. Erst danach gleitet der Axialfreilauf **7** auf der Reibfläche **42** des Reibelementes **38** und der Elektromotor **3** kann wieder zusammen mit dem Abtriebsrad **22** in Lösedrehrichtung rotieren.

Die Rutschkupplung **8** erfüllt damit vorteilhaft eine Doppelfunktion. Zu Beginn des Lösevorganges der elektromechanischen Feststellbremse muß solange ein Rutschen des zweiten Ringes **29** des Axialfreilaufes **7** an der Reibfläche **42** des Reibelementes **38** verhindert werden, bis der Axialfreilauf **7** durch Aufstellen der Spreizkörper **33** (siehe Fig. 2b) seinen axialen Spreizweg zurückgelegt hat. Erst danach darf der blockierte Axialfreilauf **7** bei Erreichen eines bestimmten Rutschmomentes an der Rutschkupplung **8** durchrutschen. Diese Doppelfunktion erfordert es, daß sich das an den Reibflächen **42** anliegende Rutschmoment während des Lösevorganges verringert. Die Reduzierung des Rutschmo-

menten ergibt sich aus der axialen Spreizbewegung des Axialfreilaufes 7, die zunächst das axiale Lüftspiel zwischen dem ersten Ring 30 des Axialfreilaufes 7 und dem Abtriebsrad 22 aufbraucht und darüber hinaus eine axiale Auslenkung der ersten Tellerfeder 35 bewirkt. Die beiden Tellerfedern 35, 41 wirken somit mit unterschiedlichem Vorzeichen axial auf den aufgespreizten und blockierten Axialfreilauf 7 ein. Dadurch wird insgesamt während des Lösevorganges die Anpreßkraft an den einander zugehörigen Reibflächen 42 reduziert.

Beim oben beschriebenen Lösevorgang der Betätigungseinheit 1 entkoppelt der Radialfreilauf 10 das vom Elektromotor 3 angetriebene Antriebsrad 22 von der Spindelmutter 23, solange die Drehrichtung des Radialfreilaufes 10 vorliegt, d. h. solange die Drehzahl  $n_{\text{Spindelmutter}}$  der Spindelmutter 23 höher als die Drehzahl  $n_{\text{Abtriebsrad}}$  des Abtriebsrades 22 ist ( $n_{\text{Spindelmutter}} > n_{\text{Abtriebsrad}}$ ). Ein solcher Zustand ergibt sich unmittelbar zu Beginn des Lösevorganges. Dreht die Spindelmutter 23 nach dem Entspannen der Radbremse wieder langsamer als das Abtriebsrad 22 ( $n_{\text{Spindelmutter}} < n_{\text{Abtriebsrad}}$ ), so blockiert der Radialfreilauf 10 (Sperrichtung) und die Spindelmutter 23 ist an die Drehbewegung des Abtriebsrades 22 in Löserichtung gekoppelt und zwar unabhängig von der Reibkonus-Kupplung 5. Daraus resultierend kann die Gewindespindel 25 vollends über den Elektromotor 3 gelöst bzw. axial entspannt werden.

Durch die Funktion des einseitig blockierenden Radialfreilaufes 10 sowie der Rutschkupplung 8 zwischen Reibelement 38 und Axialfreilauf 7 wird einerseits das vollständige Lösen der Radbremse gewährleistet und andererseits kann auch beim Teilausfall (z. B. Gewindetrieb, Reibkonus-Kupplung etc.) der schnelllösenden Betätigungseinheit 1 ein sicheres Lösen der Radbremse realisiert werden.

Selbstverständlich läßt sich die beschriebene Betätigungseinheit 1 nicht nur im Kombination mit einer Trommelbremse umsetzen. Vielmehr sind auch andere Bremsenbauarten denkbar, die zusammen mit der obigen Betätigungseinheit 1 eine elektromechanische Feststellbremsbetätigung gestatten.

Grundsätzlich läßt sich neben dem ausführlich erläuterten Axialfreilauf 7 als axiale Schalteinrichtung auch eine Kugelrampe, ein Raumnocken, ein zusätzlicher Gewindetrieb oder ein elektromagnetisches Halteglied (Magnat mit Gesperre) verwenden. Außerdem könnte die Reibkonus-Kupplung 5 alternativ z. B. durch eine Lamellen-, Reib- oder Zahnkupplung ersetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Betätigungseinheit (1) für eine elektromechanisch betätigbare Feststellbremse für Kraftfahrzeuge, die eine Radbremse umfaßt, mit einem Elektromotor (3) sowie einem Gewindetrieb (6), wobei die Betätigungseinheit (1) mittels eines Kraftübertragungselementes (2) mit der Radbremse zusammenwirkt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der selbstlösende Gewindetrieb (6) über eine Kupplung (5) an den Elektromotor (3) gekoppelt ist, die ihrerseits mit einer an den Elektromotor (3) gekoppelten Spreizeinrichtung (7) zur Öffnung der Kupplung (5) zusammenwirkt.
2. Betätigungseinheit (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungseinheit (1) einen Gesamtwirkungsgrad von weniger als 50% aufweist, d. h. insgesamt selbsthemmend ausgebildet ist.
3. Betätigungseinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spreizeinrichtung (7) als Axialfreilauf (7) ausgebildet ist.

4. Betätigungseinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Axialfreilauf (7) über eine Rutschkupplung (8) an ein Gehäuse (9) der Betätigungseinheit (1) gekoppelt ist.

5. Betätigungseinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gewindetrieb (6) eine bezüglich des Gehäuses (9) der Betätigungseinheit (1) verdrehfeste Gewindespindel (25) sowie eine drehbare Spindelmutter (23) aufweist.

6. Betätigungseinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindelmutter (23) über eine Reibkonus-Kupplung (5) mit einem in kraftübertragender Verbindung mit einem Rotor (15) des Elektromotors (3) stehenden Abtriebsrad (22) zusammenwirkt.

7. Betätigungseinheit (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Spindelmutter (23) und Abtriebsrad (22) ein Radialfreilauf (10) angeordnet ist.

8. Betätigungseinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (3) als elektronisch kommutierbarer Elektromotor (3) ausgeführt ist.

9. Betätigungseinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (3) als Gleichstrom-Bürstenmotor (3) ausgeführt ist.

10. Betätigungseinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungseinheit (1) zwischen dem Elektromotor (3) und dem Gewindetrieb (6) ein Untersetzungsgetriebe (4) aufweist.

11. Betätigungseinheit (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Untersetzungsgetriebe (4) als Harmonic-Drive- bzw. als Pulsatorgetriebe ausgeführt ist.

12. Betätigungseinheit (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein Pulsatorrad (20) des Pulsatorgetriebes (4) mit einem verzahnten Ring (21) zusammenwirkt, der auf der Innenseite des Gehäuses (9) der Betätigungseinheit (1) ausgebildet ist.

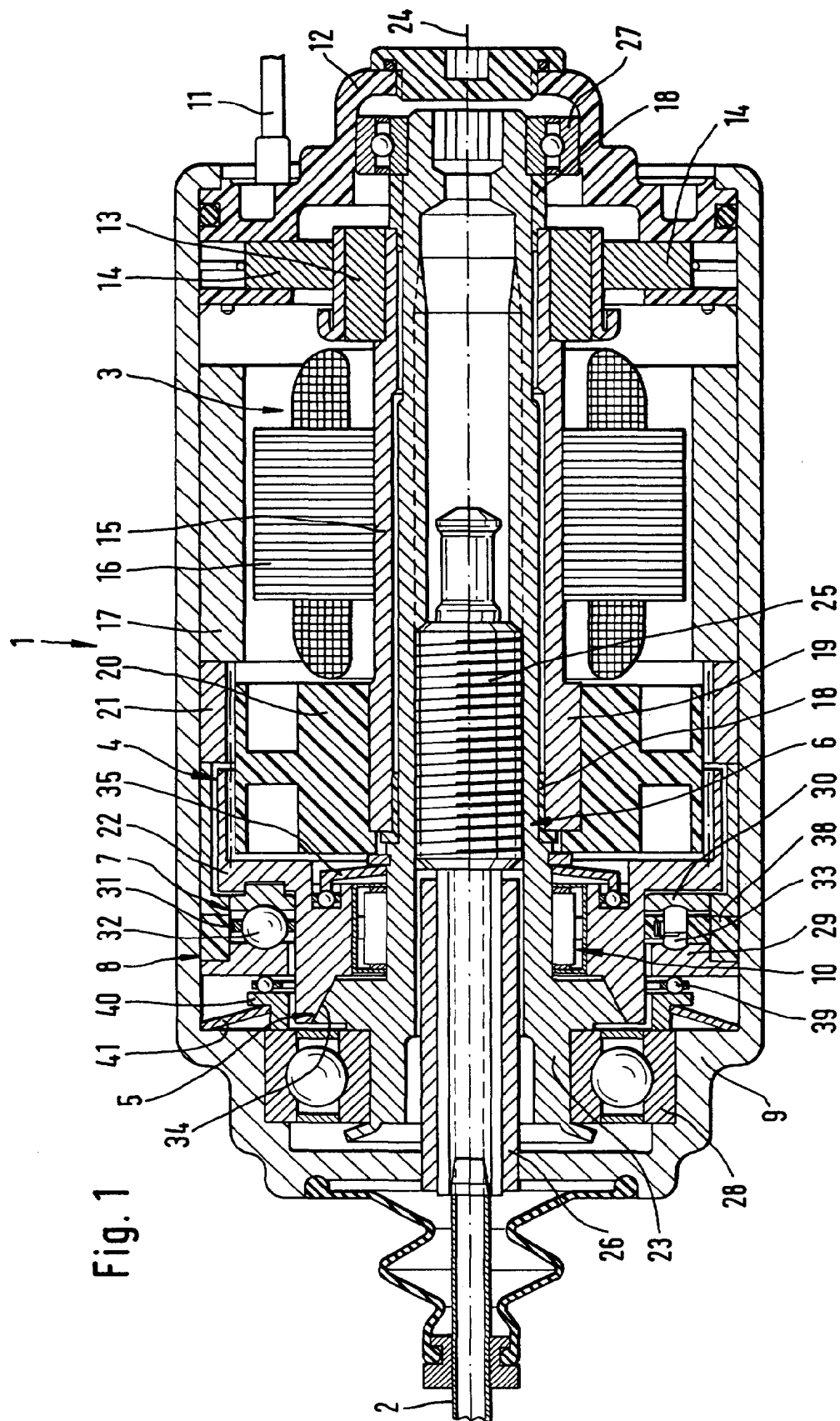
13. Betätigungseinheit (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Pulsatorrad (20) in den Zahnkranz eines mit dem Gewindetrieb (6) zusammenwirkenden Abtriebsrades (22) eingreift.

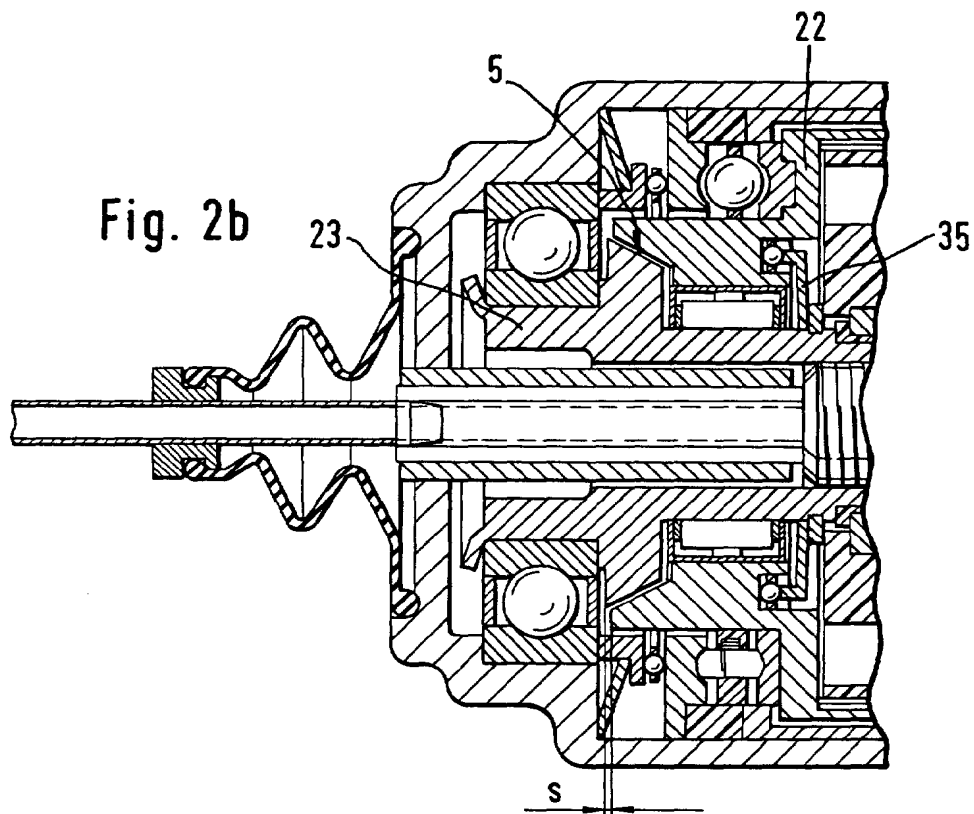
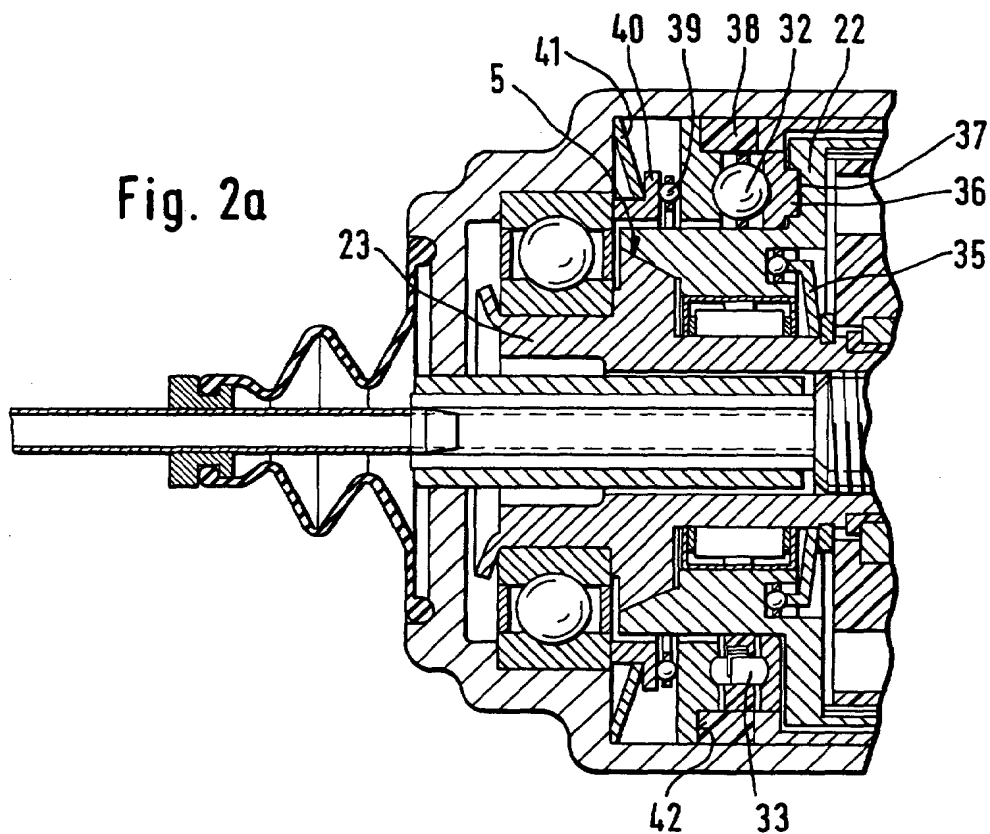
14. Betätigungseinheit (1) nach einem der vorhergehenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Radbremse der elektromechanisch betätigbaren Feststellbremse als Duo-Servo-Trommelbremse ausgeführt ist.

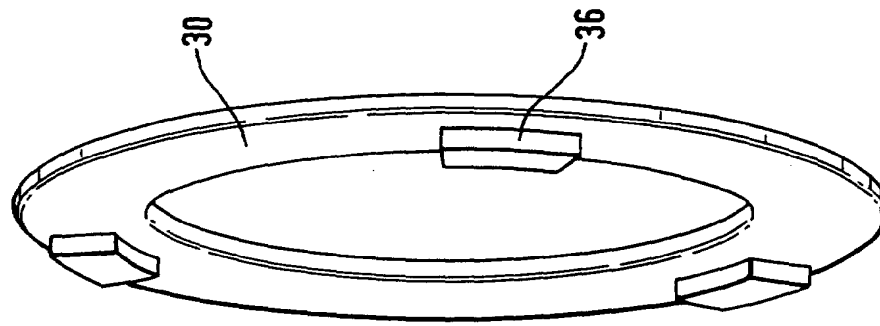
---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---







**Fig. 3**

